

ИЗГРАЖДАНЕ НА МРЕЖА, ПОДПОМАГАЩА ОБУЧЕНИЕТО ПО ЛОГИЧЕСКО ПРОГРАМИРАНЕ В СРЕДНОТО УЧИЛИЩЕ

Венета Табакова-Комсалова^{1,2}, Таня Сребрева¹,
Магдалена Мъглижанова¹, Сребрин Сребрев¹

¹ Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Пловдив

² Институт по информационни и комуникационни технологии при Българска академия на науките, София

BUILDING A NETWORK TO SUPPORT LOGIC PROGRAMMING LEARNING IN THE SECONDARY SCHOOL

Veneta Tabakova-Komsalova^{1,2}, Tanya Srebrevva¹, Magdalena Maglizhanova¹, Srebrin Srebrev¹

¹ University of Plovdiv „Paisii Hilendarski“, Plovdiv, Bulgaria

² Institute of Information and Communication Technologies, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia

**Авторите изказват благодарност към научен проект КП-Об-М62/2 „Моделиране на знания в областта на българския фолклор“, финансиран по Фонд „Научни изследвания“, за финансиране на настоящата работа.*

Abstract: In education, artificial intelligence provides different opportunities. One approach to developing artificial intelligence software is through logical and knowledge-based approaches, including knowledge representation, inductive (logic) programming, knowledge bases, inference, and deduction machines, (symbolic) judgments, and expert systems. The article presents the concept, model, and architecture of a virtual network supporting the teaching of logic programming in secondary schools in Bulgaria. The network is a distributed knowledge base built on a modular basis, where individual developers can create their own modules that are easily integrated into the network infrastructure. The network provides shared user access. The usability of the network is demonstrated with two examples developed by students of different age groups in different schools in Bulgaria. By developing a language for logical programming of programs and knowledge bases students more easily understand, learn, and understand the material of various educational subjects (biology, chemistry, physics, etc.). In addition, they acquire various skills, expand their understanding of the operation of artificial intelligence systems and how their development by students can be effectively implemented. The article supplements the information field with innovative methods, means and organizational forms for the educational process.

Keywords: education, artificial intelligence, logic programming, Prolog.

Въведение. В развиващия се пейзаж на образованието изкуственият интелект (ИИ) предлага различни възможности за подобряване на методологиите за учене и преподаване. Един важен подход към разработването на софтуер с ИИ е чрез логически и базирани на знания техники [1]. Те включват представяне на знания, индуктивно (логическо) програмиране, бази от знания, изводи, машини за дедукция, символни преценки и експертни системи. Интегрирането на логическото програмиране в училищните учебни програми дава на учениците основни умения за бъдещето. Насърчава критичното мислене, логическото разсъждение и способността за изразяване на решения алгоритмично. Логическото програмиране, също така, насърчава креативността и дава възможност на учениците да станат дигитални новатори. Програмирането не е просто писане на редове код, то включва умения за решаване на проблеми и критично мислене. Когато са изправени пред програмно предизвикателство, разработчиците трябва да анализират проблемите, да ги разделят на по-малки компоненти и да разработят логични решения. Този ценен набор от умения се простира отвъд областта на програмирането и може да се пренесе в различни аспекти на живота, включително вземане на решения, управление на проекти и аналитично мислене. Но при преподаването на логическо програмиране има и предизвикателства, като: интеграция на учебната програма в съществуващите учебни програми; подготвеност на учителите (липса на адекватно обучени учители); наличност на ресурси (ограничен достъп до подходящи учебни материали и инструменти)[2], [3]. Това ни доведе до идеята да създадем мрежа от училища, които да споделят материали и ресурси помежду си.

Тази статия представя цялостна концепция, модел и архитектура на виртуална мрежа, предназначена да подпомага обучението по логическо програмиране в средните училища в България.

Концепция, модел и архитектура на виртуалната мрежа. Въпросната виртуална мрежа е разпределена база от знания, структурирана модулно. Тази архитектура позволява на отделни разработчици (уче-

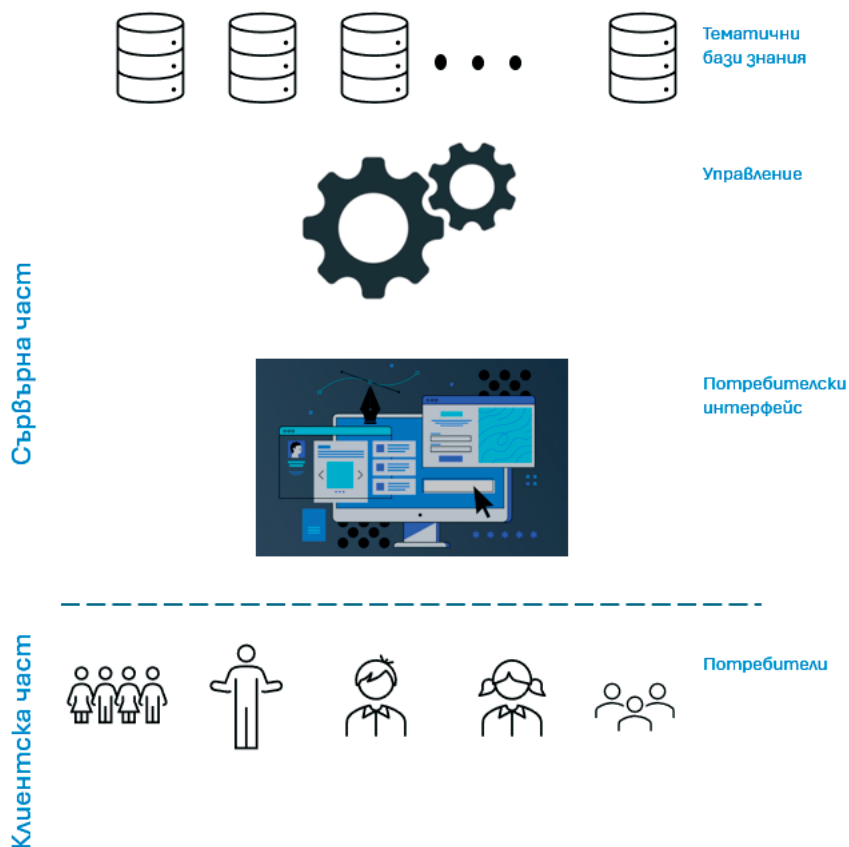
ници, училищни екипи) да създават и интегрират свои собствени модули безпроблемно в по-широката мрежова инфраструктура. Такъв модулес подход осигурява гъвкавост и мащабируемост, като се грижи за разнообразните нужди на преподаватели и ученици в различни училища. Споделеният потребителски достъп е основна функция, насърчаваща сътрудничеството и споделянето на ресурси между участниците.

Архитектурата на виртуалната мрежа (Фиг. 1) е съставена от две части: клиентска и сървърна.

Клиентската част е съвкупност от потребители на мрежата. Потребителите могат да са училище, група ученици, ученик, студент, преподавател, група преподаватели и т.н. Всеки един от тях може да се включва в мрежата в различен режим на работа, например: обучаващ се (да ползва ресурсите на виртуалната мрежа за обучение по дадена тема/ учебен предмет); създател на учебно съдържание (създава тематична база знания, която да интегрира в разпределената база знания на сървъра).

Сървърната част е с трислойна архитектура, включваща:

- стандартизиран потребителски интерфейс (ПИ), който поема заявки от потребителите и връща резултат;
- модул за управление (У) на виртуалната мрежа, изпълняващ следните функции: анализ на заявките; активиране/деактивиране на отделните тематични бази знания; активиране на машини за извод за обработка на заявка; връща отговор към ПИ; осигурява споделено използване на ресурсите на мрежата.
- бази знания (БЗ). Базата знания е разпределена по теми, съответстващи на учебни дисциплини като: биология, химия, физика, история, география и др. Т.е. БЗ са тематично изградени, като всяка от тях е отделен компонент, т.е. независима от останалите, и може да бъде активирана/ деактивирана/ актуализирана или премахвана от системата. Освен това е възможно в БЗ да се въведат предикати, които могат да допълват управлението на системата.



Фигура 1. Архитектура на виртуалната мрежа

Нашата виртуална мрежа представлява нов подход към преподаването на логическо програмиране. Основните характеристики включват:

- Модулност: Мрежата е изградена на модулна основа, което позволява на разработчиците да създават и споделят свои собствени модули. Тази гъвкавост насърчава иновациите и персонализирането.
- Споделен потребителски достъп: ученици, студенти и преподаватели имат достъп до мрежата, насърчавайки съвместно обучение и споделяне на знания.

Мрежата поддържа два основни подхода за управление на разпределени бази знания:

- Език за логическо програмиране: Този метод използва присъщите силни страни на логическото програмиране, за да обработва ефективно сложни заявки и изводи [4].
- Комбинация с императивен език за програмиране: Този хибриден подход съчетава логическо програмиране с императивен език за програмиране, предлагайки най-доброто от двата свята – възможности за логическо разсъждение, съчетани с процедурния контрол на императивните езици [5].

Тези подходи позволяват на преподавателите да изберат най-подходящия метод за техния специфичен контекст на преподаване, подобрявайки гъвкавостта на мрежата.

Демонстриране на използваемост на мрежата от училища и ученици. Практическата използваемост на мрежата е илюстрирана чрез два примера, разработени от ученици от различни възрастови групи в различни български училища. Тези примери показват как учениците могат да използват мрежата, за да създават смислени проекти, които обхващат множество образователни предмети като биология, химия, физика и др. [6], [7]. Като се занимават с логическо програмиране и разработват бази от знания, учениците могат да разберат сложни научни концепции по-интуитивно. Представените примери, разработени от ученици от различни възрастови групи и училища в България са в модул “Биология”, където учениците създават модул, базиран на логика, моделират класификация на животни и класификация на растения.

Пример 1. При ОУ „Александър Георгиев-Коджакафалията“, град Бургас бе въведено обучение по логическо програмиране на езика Пролог. Обучението е организирано в група за занимания по интереси, насочено към ученици от IV и V клас. Учителят по информационни технологии и информатика, работи с тази група съвместно с учител по природни науки. Те въведоха програма за създаване на интелигентни асистенти с помощта на езика за програмиране Пролог. Учителите са подготвили разнообразни теми от учебното съдържание по Човекът и природата, върху които учениците да работят.

Основните етапи, през които преминават учениците при създаването на тези интелигентни асистенти, са:

- Събиране на необходимата литература. Първоначално учениците се запознават с базовите концепции на логическото програмиране и особеностите на езика Пролог. Проучването включва както теоретични материали, така и примери за практически приложения. Учениците се научават да разпознават различни видове данни и да създават прости факти и правила.
- Проектиране на системата. След като усвоят основите, учениците пристъпват към проектиране на собствените си интелигентни асистенти. Те определят целите на системата и начертават план за нейната реализация. В този етап учениците създават база знания с факти, описващи различни видове борови дървета, например:

бор(бял_бор, иглички_2_снопчета, дължина_5_8_см, тънко_напукана_кора, семена_с_крило_15_мм).
 бор(черна_мура, иглички_2_снопчета, дължина_3_6_см, силно_напукана_кора, семена_без_крило).
 бор(обикновена_ела, иглички_плоски, дължина_1_5_2_5_см, гладка_кора, изправени_шишарки).

Учениците също така дефинират правила, които позволяват системата да задава въпроси и да получава отговори:

write(‘Изберете една от колонките и отговорете на следните въпроси за нея: бял бор, черна мура, обикновена ела, черен бор, бяла мура.’), nl,

- *Разработка и тестване.* След проектирането, учениците пристъпват към реалната разработка на системата. Те имплементират своите идеи в Пролог и тестват системата за грешки и неточности. В процеса на тестване, учениците научават как да откриват и отстраняват проблеми, както и да оптимизират работата на своя интелигентен асистент.

Така изградената тематична БЗ, допълнена с управляващи предикати е добавена към виртуалната мрежа.

Чрез този проект, учениците не само усвояват основите на логическото програмиране на езика Пролог, но и развиват своите логически и аналитични умения. Работата в екип и решаването на реални проблеми ги мотивира да продължат да се занимават с програмиране и технологии. Създаването на интелигентните асистенти на теми от учебното съдържание като „Определител на растения“ и „Планети от слънчевата система“ допринесе и до по-задълбочено усвояване на материала по различни учебни предмети, както и на междупредметни връзки. Този подход подпомага учениците да видят практическата приложимост на знанията си и да осъзнаят връзките между различните дисциплини, което обогатява тяхното общо образование и стимулира любопитството им към науката и технологиите.

Пример 2. Вторият пример е от обучение по „Изкуствен интелект – логическо програмиране на Пролог“ на ученици от VIII клас в Професионална гимназия по електротехника и електроника, град Пловдив. Обучението се осъществява като СТЕМ предмет. Тук учениците описват база знания, създадена с помощта на Пролог, която използва механизми за записване и извличане на информация, свързана с животните.

За целта е създаден СТЕМ проект, в който е събрана необходимата информация от учебник по биология, която е преобразувана във вид на код. Учебният материал включва информация за различни видо-

ве животни, техните класове, семейства и други категории. Превръщайки тези данни във факти и правила на Пролог, учениците научават как да структурират и организират информацията по определен начин. Те също така се запознават с основни принципи в биологията, като класификация на животните, техните характеристики, местообитания и начин на живот.

В рамките на проекта, учениците дефинират факти като „слонът е бозайник“ или „орелът е птица“, и създават правила, които описват взаимоотношенията между различните животински видове и техните характеристики. Това им помага да разберат по-добре как се изграждат и използват бази от знания, както и как да задават ефективни въпроси към тези бази, за да извличат необходимата информация.

С език за програмиране Пролог могат да се създадат различни бази данни. Например:

- *Бази знания от факти.* Този тип база данни се състои от колекция от факти, които описват различни обекти и техните атрибути. Всеки факт представлява прост израз, който твърди, че определено отношение е вярно. Например:

животно(слон).

живее(слон, савана).

размер(слон, голям).

Могат да се добавят и правила, които определят логическите връзки между фактите. Правилата позволяват извеждане на нови факти въз основа на съществуващите.

Например:

бозайник(Животно) :- има_козина(Животно), ражда(Животно), кърми(Животно).

В случая се дава пример как ученикът придобива познания за бозайниците докато дефинира правилата, които се отнасят до тях. Тези правила се фокусират върху характеристиките на животните, като например тяхното класифициране като бозайници, които раждат малките си и ги кърмят с мляко.

- Йерархични бази знания. Тези БЗ организират информацията в йерархична структура, където обектите са подредени в различни нива. Това е полезно за представяне на таксономии или класификации. Например:

клас(бозайници).

семейство(слонове, бозайници).

вид(африкански_слон, слонове).

- Релационни бази знания. Релационните бази данни в Пролог използват отношения, за да свързват различни факти. Тези отношения могат да се използват за сложни запитвания и извеждане на свързана информация.

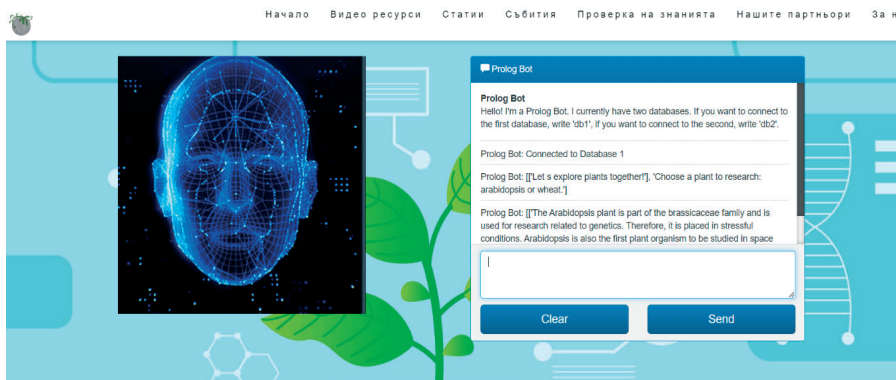
Изграждането на самата база от знания за животните и преобразуването на информацията във вид на код е подходящо за ученици в гимназиален етап. Това им позволява да създават СТЕМ проекти, придобивайки знания както в областта на биологията, така и в програмирането. По този начин обучаващите се ще развият умения за логическо мислене, анализ и решаване на проблеми, които са от съществено значение за съвременните технологии.

Архитектурата на базите знания може да бъде организирана по различни начини, като комбинира логическото програмиране с възможностите за съхранение и управление на данни.

Учениците в това училище, тъй като изучават език за императивно програмиране [8] изграждат ПИ на C#. Благодарение на удобният потребителски интерфейс, уеб приложението свързва потребителя с базата. А използването в случая на рамка ASP.Net., дава възможност на учениците да се запознаят с изграждането на съвременни уеб приложения с архитектурата Model-View-Controller (MVC), използвайки HTML5, бази данни, Entity Framework Core и други технологии.

Основни стъпки при създаването на този проект:

- Изследване на информация от дадена област (Биология): Класификация на животните, характеристики, местообитанието им и други данни от областта на биологията.
- Изграждане на базата от факти: След като се събере достатъчно информация, следващата стъпка е учениците да изграждат базата от факти в Пролог. Тук се включват всички основни факти и правила свързани с животните, които ще бъдат използвани в самото приложение.
- Интерфейс на уеб приложението (Фиг. 2): След като базата от факти е създадена, следва да се разработи потребителски интерфейс за уеб приложението. Този интерфейс ще позволи на потребителите да взаимодействат с базата данни и да търсят информация за бозайниците, например.
- Избиране на съответните библиотеки за Пролог: За да се улесни работата с Пролог в рамките на уеб приложението, е важно да се изберат подходящи библиотеки.
- Свързване с базата данни: Накрая, трябва да се осигури връзка между уеб интерфейса и базата данни в Пролог. Това позволява на потребителите да използват интерфейса за заявки към базата данни и да получават съответните резултати генерирани с машината на Пролог.



Фигура 2. Интерфейс на уеб приложението

- Бази данни от факти: Това е тип база данни, в която информацията е организирана като факти. Всеки факт описва конкретни характеристики на обекти в дадена област. В този случай обектите са животни, а фактите описват тяхната класификация, физически характеристики, храна и местообитание.

Примери за база данни в Пролог изградена само от факти:

Клас: Птици

птица(лястовица, летяща, развити_крила, червеи, европа).

птица(пингвин, плаваща, има_плавници, риба, антрактида).

птица(щраус, бягаща, закърнели_крила, растителна_храна, африка).

Клас: Бозайници

бозайник(лъв, хищник, месоядно, месо, африка).

бозайник(мармот, гризач, зимен_сън, тревопасни, алпите).

бозайник(шимпанзе, примат, човекоподобно, растителна_храна, африка).

Клас: Влечуги

влечуго(пепелянка, люспести, отровна_змия, месоядно, България).

влечуго(костенурка, костенурки, има_черупка, растителна_храна, България).

влечуго(алигатор, крокодили, плоска_глава, месоядно, Америка).

Клас: Земноводни

земноводно(водна_жаба, безопашати, плавателни_ципи, месоядно, България).

земноводно(дъждовник, опашати, яркожълти_петна, насекоми, европа).

земноводно(блатна_дървесница, безкраки, зелен_цвят, насекоми, България).

Клас: Риби

риба(акула, хрущялни, торпедовидна_форма, месоядно, тихият_океан).

риба(морска_лисица, костни, дънна_риба, месоядно, черно_море).

Създаването на стабилна мрежа за поддръжка за преподаване на логическо програмиране в средните училища предлага няколко предимства:

- **Професионално развитие:** Учителите могат да си сътрудничат, да обменят идеи и да получават прозрения от други преподаватели. Междуучилищната мрежа подобрява практиките на преподаване и резултатите на учениците.
- **Намален стрес:** Достъпът до мрежа за поддръжка намалява стреса и насърчава психическото благополучие. Учителите могат да споделят предизвикателства, да търсят съвет и да намират емоционална подкрепа.
- **Педагогически стратегии:** Въз основа на изследвания учителите могат да използват ефективни стратегии в класната стая за обучение по логическо програмиране. Те включват програмиране по двойки, партньорски инструкции, кодиране на живо, работещи примери, етикетиране на подцели и четене и проследяване на код.

Не трябва да се забравя, че преподаването на логическо програмиране включва комбиниране на подходи за обучение, за да се осигури достъпност за всички ученици. Също така езиците за логическо програмиране имат следните предимства:

- **изразителна сила** – позволяват кратко представяне на сложни взаимоотношения и правила;
- **декларативен характер** – учениците се фокусират върху уточняването на това, което трябва да бъде постигнато, а не как да го постигнат;
- **естествена годност за образователно съдържание** – логическото програмиране се съчетава добре с различни предмети, включително биология, химия и физика.

Пролог, освен че е декларативен език за програмиране, той значително допринася за области като изкуствен интелект, софтуерно инженерство, дедуктивни бази данни и др. Логическото програмиране осигурява основа за решаване на проблеми, логически разсъждения и креативност, което го прави ценно допълнение към образователните програми по целия свят.

Ползи за учениците. Въздействието на мрежата се простира отвъд обикновеното академично разбиране. Учениците, участващи в тези проекти, развиват набор от основни умения:

- Инициатива: Поемане на водеща роля в разработването на проекти.
- Оценка на риска: Оценка на потенциалните предизвикателства и разработване на стратегии за смекчаването им.
- Креативност: Иновативно решаване на проблеми и проектиране на проекти.
- Критично мислене: Анализиране и логично синтезиране на информацията.
- Работа в екип: Ефективно сътрудничество с връстници.
- Разрешаване на проблеми: Адресиране и преодоляване на пречките.
- Отговорност: Притежаване на техния учебен процес и резултати.
- Разширяване на разбирането за ИИ и образователни иновации

Чрез насърчаване за по-задълбочено разбиране на развитието на системи с ИИ сред учениците в средното училище, мрежата добавя значителна стойност към образователния процес. То въвежда иновативни методи, инструменти и организационни форми, които могат да бъдат възприети и адаптирани от преподаватели по целия свят. Тази инициатива не само подобрява учебния опит на учениците, но също така ги подготвя с уменията, необходими за бъдещата работа.

Учениците развиват устойчивост, постоянство и креативност, като участват в упражнения и проекти по програмиране. Обучението по програмиране надхвърля кодирането; насърчава изчислителното мислене, ценен начин на мислене, приложим в различни области. Към мрежата поетапно се присъединяват и други училища и екипи.

Заключение. Изграждането на мрежа, подпомагаща обучението по логическо програмиране в средното училище, представлява иновативен подход за подобряване на образователния процес. Към мрежата поетапно се присъединяват и други училища и екипи, разработвайки други бази знания, например за идентификация на птиците, обитаващи бургаското езеро, интелигентен речник на родопски диалекти, представяне и разпознаване на български шевици, отглеждане на растения в космоса и др. Чрез интегрирането на съвременни технологии и подходи, мрежата предоставя възможности за интерактивно и ефективно усвояване на логическите концепции и програмиране. Това не само улеснява разбирането на сложни материали, но също така стимулира критичното мислене и проблемно-ориентирания подход сред учениците. Платформата предлага също така ресурси и инструменти за учителите, които да подпомагат и оптимизират техния метод на преподаване. Внедряването на такава мрежа в учебния процес може да доведе до значително повишаване на нивото на компетентност и мотивация сред учениците, което е от съществено значение за развитието на бъдещи ИТ специалисти и логически мислители.

References:

1. Tabakova-Komsalova, V., Stoyanov, S., Stoyanova-Doycheva, A., Doukovska, L. (2023). Prolog Education in Selected Secondary Schools in Bulgaria. In: Warren, D.S., Dahl, V., Eiter, T., Hermenegildo, M.V., Kowalski, R., Rossi, F. (eds) Prolog: The Next 50 Years. Lecture Notes in Computer Science(), 2023, vol 13900. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35254-6_12, Online ISBN978-3-031-35254-6, Online ISBN978-3-031-35254-6 (WoS)
2. Tabakova-Komsalova, V., Stoyanov, S., Doukovska L., TWO-YEAR ARTIFICIAL INTELLIGENCE TEACHING IN THE SECONDARY SCHOOL, Education and Technologies, 2022, vol.13, issue 1, pp.165-170, ISSN 1314-1791 (print), ISSN 2535-1214 (online), DOI: <https://doi.org/10.26883/2010.221.4198>
3. Tabakova-Komsalova, V., Stoyanov, S., Doukovska L., DIGITAL BULGARIA IN PROLOG PROJECT, Education and Technologies, 2022, Vol.13, issue 1, pp. 171-176, ISSN 1314-1791 (print), ISSN 2535-1214 (online), DOI: <https://doi.org/10.26883/2010.221.4202>
4. COVINGTON, M. A., BAGNARA, R., O'KEEFE, R. A., WIELEMAKER, J., & PRICE, S. (2012). Coding guidelines for Prolog. Theory and Practice of Logic Programming, 12(6), 889–927. doi:10.1017/S1471068411000391
5. Kowalski, R., Sadri, F., Calejo, M., Dávila, J. (2023). Combining Logic Programming and Imperative Programming in LPS. In: Warren, D.S., Dahl, V., Eiter, T., Hermenegildo, M.V., Kowalski, R., Rossi, F. (eds) Prolog: The Next 50 Years. Lecture Notes in Computer Science(), vol 13900. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35254-6_17
6. Veneta Tabakova-Komsalova, Atanas Dukovski, Laska Kostadinova-Tsankova, Magdalena Maglizhanova, ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND LOGIC PROGRAMMING IN STEM EDUCATION, Education and Technologies, 2023, vol.14, issue 1, pp.193-199, ISSN 1314-1791 (print), ISSN 2535-1214 (online), DOI: <https://doi.org/10.26883/2010.231.5069>
7. Stoyanov Stanimir N., Tabakova-Komsalova Veneta V. Project Digital Bulgaria in Prolog by examples, VII Международная научная конференция, "Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании", 2023 г., стр.1440-1444, Красноярск, Руси, ISBN 978-5-00102-654-9, file:///C:/Users/veni_/Downloads/materialy%207%20konferencii%202023.pdf
8. Amruth N. Kumar. 2002. Prolog for imperative programmers. J. Comput. Sci. Coll. 17, 6 (May 2002), 167–181.